

# AUTOMATED AEROPONICS SYSTEM

**Martin Šimek**

Bachelor (3), FEEC BUT

E-mail: xsimek29@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jakub Arm

E-mail: xarmja00@stud.feec.vutbr.cz

**Abstract:** This thesis is focused on aeroponic system problems and automation. One of the main features of the system is automatic regulation of pH and EC of the nutrient solution which will be achieved by dispensing fertilizers and acids/alkalis with peristaltic pumps. Growing area of the system will feature automatic regulation of temperature and humidity. Regulation of temperature will be provided by heating element which is controlled by embedded system. Regulation of humidity will be provided by ultrasonic fogger. The aim of this thesis is to build a functioning model of aeroponic system which will be able to sustain ideal growing conditions with minimal human interference.

**Keywords:** Aeroponic, Automation, pH, EC

## 1 ÚVOD

V dnešní době existuje již mnoho způsobů pěstování rostlin a jedním z nich je aeroponie. Tento způsob pěstování je specifický tím, že nepoužívá žádné pěstební médium a výživa rostliny je zprostředkována pomocí aerosolu obsahujícího směs vody a vhodných hnojiv. Kořenová část rostliny je tedy volně umístěna v uzavřené části systému, kde je pomocí rozprašovacích trysek vytvářena mlha obsahující živiny.

Při pěstování rostlin v aeroponickém systému je kladen největší důraz na udržování ideálních hodnot parametrů pěstebního roztoku, z kterého je následně vytvářen aerosol. Mezi tyto parametry bezpochyby patří pH, konduktivita (EC) a teplota. Tyto parametry je zapotřebí neustále kontrolovat a upravovat, jelikož jejich vychýlení z přípustných hodnot by mohlo znamenat úhyn nebo poškození rostlin. Z těchto důvodů je tedy vhodné celý proces kontroly a úpravy hodnot parametrů automatizovat. Tím bude jednak ušetřen čas pěstitele, jednak bude docíleno ideálních hodnot parametrů téměř v každém časovém okamžiku.

## 2 AEROPONIE

U aeroponie rozeznáváme dva základní druhy pěstebních systémů:

- TAG (True Aerosol Growing)
- Pseudo-Aero

V případě TAG se jedná o systém, kde je aerosol tvořen kapičkami o průměru zhruba 60 mikronů [1]. Takový aerosol je obvykle vytvářen vysokotlakým rozprašováním nebo použitím ultrazvukových mlhovačů. U Pseudo-Aero systému je obvykle použito rozprašování pomocí nízkotlakého čerpadla, čímž se průměr kapiček oproti TAG systému mnohonásobně zvětší, s čímž také souvisí horší vstřebávání živného roztoku. U komerčních pěstebních systémů se většinou setkáváme s pseudo-aeroponií.

### 2.1 ZHODNOCENÍ AEROPONIE

Pěstování rostlin v aeroponickém systému se všeobecně řadí mezi složitější metody. Hlavní výhody a nevýhody toho systému jsou následující:

Výhody:

- Menší spotřeba hnojiv a vody oproti běžným metodám
- Rychlejší a stabilnější růst rostlin
- Šetrnější k životnímu prostředí
- Jednoduchá manipulace se systémem
- Možnost udržování ideálních hodnot parametrů pěstebního roztoku

Nevýhody:

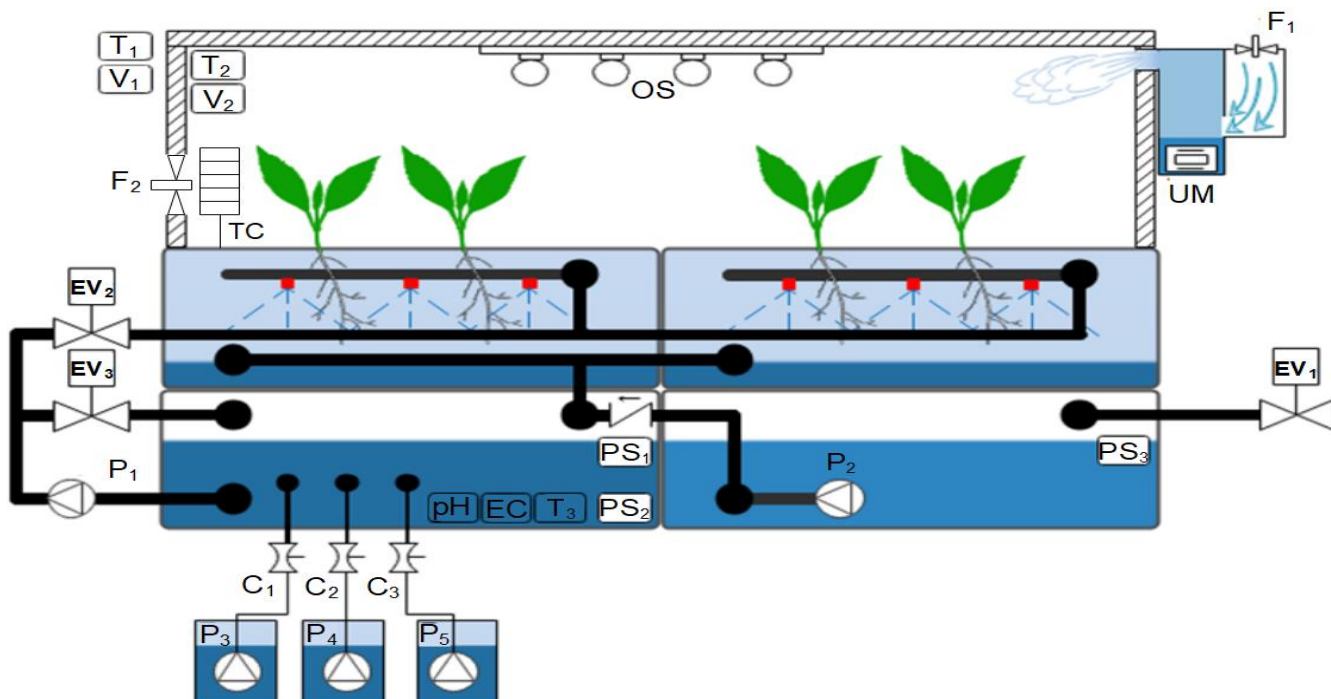
- Cena systému
- Údržba systému
- Napájení prvků systému (čerpadlo, elektromagnetické ventily atd.)

### 3 AUTOMATIZOVANÝ SYSTÉM

Automatizovaný aeroponický systém má primárně sloužit k vegetativnímu rozmnožování rostlin, zejména pro roubovance odrůd melounů. Z tohoto hlediska byly stanoveny požadavky pro udržení ideálních podmínek roubovance, mezi které se řadí 100% vzdušná vlhkost a konstantní teplota.

#### 3.1 POPIS FUNKCE SYSTÉMU

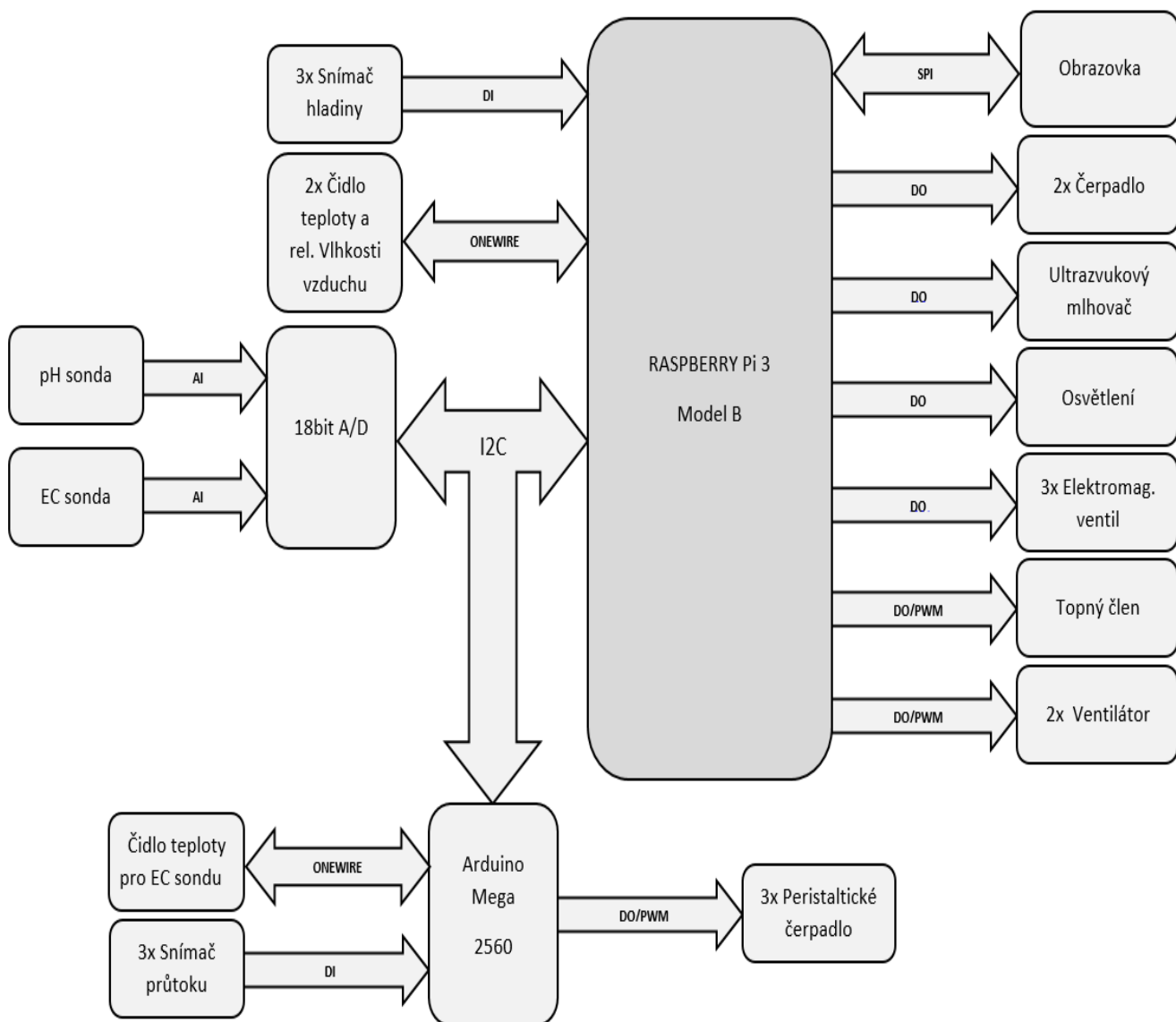
Dle základních požadavků na aeroponický systém byl sestaven návrh systému, který je znázorněn na obrázku 2. Hlavní rozvod živin je tvořen pomocí větve obsahující membránové čerpadlo ( $P_1$ ) a elektromagnetické ventily EV2 a EV3. Ventil EV2 slouží pro přívod pěstebního roztoku k rozprašovacím tryskám a ventil EV3 je určen pro promíchávání roztoku po přidání hnojiv nebo kyseliny/zásady v rámci regulace EC a pH. V nádobě s pěstebním roztokem je umístěn senzor hodnot pH, snímač elektrické konduktivity (EC) a senzor teploty  $T_3$ . Na základě údajů z těchto senzorů probíhá ovládání peristaltických čerpadel ( $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$ ), které dávkuje hnojiva nebo kyselinu/zásadu. Množství dávkovaných kapalin je snímáno průtokovými čidly ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ). Na základě údajů z plovákových spínačů ( $PS_1$ ,  $PS_2$ ) bude spouštěno čerpadlo  $P_2$ , které do pěstebního roztoku dopouští čistou vodu. Za pomoci logického stavu plovákového spínače  $PS_3$  bude ovládán ventil EV1, který dorovná úroveň hladiny vody. Vytápění pěstební části systému bude zprostředkováno pomocí topného členu (TC) a ventilátoru ( $F_2$ ). O zvýšení vzdušné vlhkosti se bude starat ultrazvukový mlhovač (UM) v kombinaci s ventilátorem  $F_1$ . Uvnitř i vně pěstebního prostoru bude snímána teplota (čidla  $T_1$ ,  $T_2$ ) a relativní vzdušná vlhkost (čidla  $V_1$ ,  $V_2$ ). V případě, že by byla pěstební část systému zkonstruována z neprůsvitného materiálu, bude přidáno i osvětlení (OS).



Obrázek 1: Technologické schéma

### 3.2 KOMUNIKACE V RÁMCI SYSTÉMU

Jako hlavní řídicí jednotka systému byl zvolen mikropočítač Raspberry Pi 3. Ovládání a nastavování systému je zprostředkováno pomocí obrazovky komunikující po protokolu SPI. Regulátor EC a pH je realizován jako samostatná jednotka, jejíž řízení probíhá pomocí Arduina Mega 2560. Regulátor si s hlavní řídicí jednotkou předává data pomocí protokolu I<sup>2</sup>C. Hodnoty z analogových senzorů pH a EC jsou převáděny 18bitovým A/D převodníkem, který komunikuje primárně s regulátorem (Arduino Mega 2560). K měření teploty a relativní vzdušné vlhkosti jsou použity digitální čidla využívající komunikační protokol ONEWIRE.



**Obrázek 2:** Blokové komunikační schéma

## 4 DOSAŽENÉ A PLÁNOVANÉ CÍLE

V následujících bodech je shrnutý aktuální stav praktické realizace systému:

Dosažené cíle:

- Kompletní zhotovení konstrukční části systému (včetně topení a zvlhčovací jednotky)
- Funkční regulátor EC a pH (včetně návrhu a odzkoušení EC sondy)
- Část grafického uživatelského rozhraní

Plánované cíle:

- Návrh regulátoru teploty pomocí přechodové charakteristiky systému
- Regulace vzdušné vlhkosti
- Komunikace hlavní řídicí jednotky s regulátorem pH a EC
- Odladění funkce systému

## 5 ZÁVĚR

Aeroponie je v dnešní době spolu s hydroponií jedna z nejprogresivnějších a nejúčinnějších metod pěstování. Bohužel kvůli malé konkurenci prodejců těchto systému je jejich cena poměrně vysoká a spolu s vysokými požadavky na údržbu systému se pěstitelé uchylují raději k běžným pěstebním metodám. Díky automatizaci těchto pěstebních systému jsou sníženy nároky na jejich údržbu, čímž je ušetřena práce i čas pěstitele, díky čemuž by mohl veřejný zájem o tyto systémy vrůst. Řídicí jednotku by bylo vhodné doplnit o komunikaci s webovým serverem, který by prováděl sběr a ukládání naměřených dat ze senzorů.

## REFERENCE

- [1] Aeroponics|Hydroponics feed[online]. [cit. 14. 03. 2018]. Dostupné z: <https://hydroponicfeed.wordpress.com/tag/aeroponics/>